

09/980606 #2  
PCT/JP01/02073

13.04.01

日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

EU

JP01/2073

REC'D 08 JUN 2001

WIPO PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年12月14日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-380629

出 願 人

Applicant(s):

住友大阪セメント株式会社

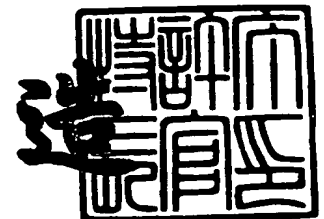
PRIORITY  
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2001年 5月25日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3043098

BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 特許願  
【整理番号】 1004742  
【提出日】 平成12年12月14日  
【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿  
【国際特許分類】 G02F 1/035

G02B 6/10

【発明の名称】 出力光モニタ付光導波路型素子

【請求項の数】 5

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県船橋市豊富町585 住友大阪セメント株式会社  
新規技術研究所内

【氏名】 宮崎 徳一

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県船橋市豊富町585 住友大阪セメント株式会社  
新規技術研究所内

【氏名】 原 徳隆

【特許出願人】

【識別番号】 000183266

【氏名又は名称】 住友大阪セメント株式会社

【代理人】

【識別番号】 100077517

【弁理士】

【氏名又は名称】 石田 敬

【電話番号】 03-5470-1900

【選任した代理人】

【識別番号】 100072109

【弁理士】

【氏名又は名称】 西館 和之

【選任した代理人】

【識別番号】 100092624

【弁理士】

【氏名又は名称】 鶴田 準一

【選任した代理人】

【識別番号】 100082898

【弁理士】

【氏名又は名称】 西山 雅也

【選任した代理人】

【識別番号】 100081330

【弁理士】

【氏名又は名称】 樋口 外治

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 036135

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9105342

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 出力光モニタ付光導波路型素子

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 誘電体基板及びその表面部分に形成された光導波路を有する光導波路素子と、出力光モニタ用光電変換素子とを有し、

~~前記光導波路が、複数の表面導波路部と、それに、方向性結合器、クロスカプ~~  
ラ構造、又は T A P カブラ構造を介して結合している主出力光導波路部、及びモニタ光出力導波路部とを有し、

前記光導波路の主出力光導波路部及びモニタ光出力導波路部の出力端は、光を伝播する補強キャピラリの接合面に接合していて、

前記主出力光導波路部の出力端は、前記補強キャピラリに形成された透孔及び／又は溝を通して挿入された光ファイバの入力端に接合されており、

前記モニタ光導波路部の出力端から出力され、前記補強キャピラリ中を伝播し、前記補強キャピラリの先端面を透過して、又は前記先端面において反射して出力されたモニタ光が前記出力光モニタ用光電変換素子に入力され、

かつ、前記光導波路の前記主出力光導波路部の出力端と、前記モニタ光導波路部の出力端とは、前記モニタ光導波路部の出力端から出力され、前記補強キャピラリ中を伝播するモニタ光が、前記主出力光導波路部の出力端から出力された主出力光により影響を受けない間隔をもって離間している、  
ことを特徴とする出力光モニタ付光導波路型素子。

【請求項 2】 前記補強キャピラリの先端面は、前記モニタ光導波路部の光軸に斜交する反射面を形成していて、前記モニタ光導波路部の出力端から出力され、前記補強キャピラリ中を伝播したモニタ光を、前記出力光モニタ用光電変換素子に向って反射する、請求項 1 に記載の出力光モニタ付光導波路型素子。

【請求項 3】 前記補強キャピラリの先端面が外側に向って凸形の曲面を形成していて、前記補強キャピラリを伝播したモニタ光が、前記曲面において反射され、前記出力光モニタ用光電変換素子において収束される、請求項 1 又は 3 に記載の出力光モニタ付光導波路型素子。

【請求項 4】 前記補強用キャピラリの先端面の、前記出力光モニタ用光電

変換素子に指向する前記モニタ光の伝播及び出力に関与しない部分の少なくとも一部が切除されている、請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の出力光モニタ付光導波路型素子。

【請求項 5】 前記光導波路素子が、

前記表面導波路部上に、但し、前記表面導波路部の入力端部分並びに前記主出力光導波路部及びモニタ光出力導波路部の出力端部分を除いて、形成された  $\text{SiO}_2$  層をさらに有する請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の出力光モニタ付光導波路型素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、出力光モニタ付光導波路型素子に関するものである。更に詳しく述べるならば、本発明は、光通信分野において、例えば外部強度変調の用途に用いられ、強度変調の動作点を、光出力をモニタして、フィードバック制御することができる出力光モニタ付光導波路型素子に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

$\text{LiNbO}_3$ （以下 LN と記す）又は  $\text{GaAs}$  などからなる基板の表面部に光導波路を形成した光導波路型光強度素子は、その高速性、波長依存性が低いこと及び駆動電圧が低いこと、などの長所を有し、このために、光通信分野の外部変調器として広く実用されている。特に前記低波長依存性を活用して DWDM システムにおいて広く用いられている。

【0003】

しかしながら、光導波路型変調器には、温度ドリフト及び DC ドリフトと称される動作点電圧のドリフト現象があり、このため、出力光をモニタし、その出力に応じて、動作点電圧にフィードバックして、上記ドリフト現象があってもその動作点を所定特性曲線上の同一点に保持するように、印加 DC 電圧を制御することが必要である。

【0004】

出力光をモニタするために、出力光ファイバを、変調器モジュール外において、光カプラに結合し、この光カプラにおいて、出力光を、主信号光とモニタ用分岐光とに分岐し、モニタ用分岐光を、光電変換素子において、電気信号に変換し、この電気信号によりDC電圧を制御するシステムが知られている。しかし、このシステムにおいては、モニタ用光の分岐のための光カプラ及び光電変換素子を、~~変調器モジュール外に配置することが必要であり、このため変調器システムの~~コストが増大し、その寸法、形状における制約が大きく、かつ信頼性が不十分であるという問題点がある。

## 【0005】

上記従来の変調器システムの問題点を克服するために、表面光導波路の結合部において発生する放射モード光をモニタ光として利用するシステムが提案されている。しかし、この放射モード光をモニタ光として利用するシステムにおいては、光導波路素子の入力端において、光ファイバから導波路中に入力せずに、基板中に洩れ出た光及び導波路内において、散乱して、導波路外に洩れ出た光などが、モニタ用放射モード光とともにモニタ用光電変換素子に入力してしまうため、モニタ用出力の消光比が劣化するという問題があった。特に出力光モニタの目的が、動作点の安定化の他にアッテネータモジュールにおける出力光の強度をモニタすること、又は、光信号波形をモニタすることにある場合には、モニタ光の消光比は、主出力（信号）光と同程度であることが必要である。

## 【0006】

## 【発明が解決しようとする課題】

本発明は、寸法、形状に関する制約が少なく、信頼性が高く、コストが低いのみならず、さらに、モニタ光の消光比を主出力信号光と同程度することができる、出力光モニタ付光導波路型素子を提供しようとするものである。

## 【0007】

## 【課題を解決するための手段】

本発明の出力光モニタ付光導波路型素子は、誘電体基板及びその表面部分に形成された光導波路を有する光導波路素子と、出力光モニタ用光電変換素子とを有し、

前記光導波路が、複数の表面導波路部と、それに、方向性結合器、クロスカップラ構造、又は T A P カプラ構造を介して結合している主出力光導波路部、及びモニタ光出力導波路部とを有し、

前記光導波路の主出力光導波路部及びモニタ光出力導波路部の出力端は、光を伝播する補強キャピラリの接合面に接合していて、

~~前記主出力光導波路部の出力端は、前記補強キャピラリに形成された透孔及び~~  
又は溝を通して挿入された光ファイバの入力端に接合されており、

前記モニタ光導波路部の出力端から出力され、前記補強キャピラリ中を伝播し、前記補強キャピラリの先端面を透過して、又は前記先端面において反射して出力されたモニタ光が、前記出力光モニタ用光電変換素子に入力され、

かつ前記光導波路の前記主出力光導波路部の出力端と、前記モニタ光導波路部の出力端とは、前記モニタ光導波路部の出力端から出力され、前記補強キャピラリ中を伝播するモニタ光が、前記主出力光導波路部の出力端から出力された主出力光により影響を受けない間隔をもって離間している、  
ことを特徴とするものである。

本発明の出力光モニタ付光導波路型素子において、前記補強キャピラリの先端面は、前記モニタ光導波路部の光軸に斜交する反射面を形成していて、前記モニタ光導波路部の出力端から出力され、前記補強キャピラリ中を伝播したモニタ光を、前記出力光モニタ用光電変換素子に向って反射することが好ましい。

本発明の出力光モニタ付光導波路型素子において、前記補強キャピラリの先端面が、外側に向って凸形の曲面を形成していて、前記補強キャピラリを伝播したモニタ光が、前記曲面において反射され、前記出力光モニタ用光電変換素子において収束されることが好ましい。

本発明の出力光モニタ付光導波路型素子において、前記補強用キャピラリの先端面の、前記出力光モニタ用光電変換素子に指向するモニタ光の伝播及び出力に関与しない部分の少なくとも一部が切除されている、ことが好ましい。

本発明の出力光モニタ付光導波路型素子において、前記光導波路素子が、

前記表面導波路部の、但し、前記表面導波路部の入力端部分並びに前記主出力光導波路部及びモニタ光出力導波路部の出力端部分を除く表面上に形成された S

i O<sub>2</sub> 層をさらに有していてもよい。

【0008】

【発明の実施の形態】

図1により、従来の出力光モニタ付光導波路型素子の構成を説明する。

図1において、導波路基板1上に複数の表面光導波路部2を有する光導波路が形成されており、その入力側端面は入力側光ファイバ4に接合されている。複数（図1においては2個）の表面導波路部2は結合部3において結合し、この結合部3に結合されている出力光導波路部3aの出力端は出力側光ファイバ5に接合されている。この出力光導波路部3aの出力端と、出力側光ファイバ5との結合部を補強するために、補強キャピラリ7が、基板1及び出力光導波路部3aに接合されており、この補強キャピラリ7は、出力側光ファイバ5を挿入するための透孔5aを有している。

【0009】

上記構成を有するマッハツェンダ型光導波路を有し、ON/OFF信号出力を得る光素子、例えば光変調器において、OFFモード状態、すなわち光信号が出力されていない状態において発生する放射モード光（モニタ光）6は、表面導波路の結合部近傍より光信号出力が導波される出力光導波路に対して、斜め外側方向の基板内に放射される。この放射モード光（モニタ光）6は通常基板内を伝播し、最終的には基板端面より外部に放射される。また、この放射モード光（モニタ光）6の光量は出力光導波路内を通る光信号出力の光量と相補性があるため、放射モード光（モニタ光）6を検知することにより光信号出力のモニタが可能である。

【0010】

光変調器の基板端面には、光導波路からの光信号出力を受け取り変調器の外部に導光するための光ファイバ5が取り付けられるが、この光ファイバの外径は125μmと非常に細いため、基板端面に単純に接着しただけでは接着強度が不足する。このため、ファイバ補強部材キャピラリ7を使用して光ファイバ5を被覆し、この補強キャピラリの1端面を、基板1の端面に接着することにより光ファイバと光導波路との接続部を補強保護し、その接着強度を向上させることができ



る。一般に、この補強用キャピラリには、通常シリコン材料あるいはセラミックス材料が使用されている。ここで、補強キャピラリを、その材質として信号光／放射モード光（モニタ光）が透過するものを用い、さらに、基板端面より放射される前記放射モード光（モニタ光）を受光し得る大きさに形成すれば、モニタ光 6 をこの補強キャピラリ内に導光することができる。

---

#### 【0011】

前記補強キャピラリの反対側端面（光ファイバ補強部材の、光導波路素子の出力端面に接着されている接合端面に対し反対側の面）を、例えば前記出力光導波路部の光軸と斜交するように形成すると、この傾斜端面において、補強キャピラリ中を伝播してきたモニタ光 6 が反射され、補強キャピラリ 7 の外（出力光ファイバが取り出される方向とは異なる上、右、下、左のいずれかの方向）に導出される。この導出された光を、光導波路素子とは別個に配置された受光素子、例えばフォトダイオード（PD）9 に受光してモニタ光の光量を測定し、その値から、光導波路から出力されている主出力光の光量をモニタすることができる。

#### 【0012】

しかしながら、上記のシステムにおいては、前述のように、入力側光ファイバから基板内に洩れた光及び、導波路内において散乱して基板中に洩れ出た光などが、放射モード光とともに受光素子に入力するため、モニタ光出力の消光比が劣化するという問題点がある。

消光比とは光素子、例えば光変調器において、ON/OFF 信号出力するときのモニタ最大出力と、モニタ最小出力の比と定義される。

#### 【0013】

本発明の素子においては、例えば図 2 に示されているように基板 1 上に形成された複数の表面導波路部 2 の結合部 3 において、主出力光導波路 3 a から分岐しているモニタ光導波路部 1 1 を形成し、これらの出力端面を、モニタ光を受光し得る大きさの補強キャピラリ 7 に結合する。モニタ光導波路部 1 1 の出力端面から出力されたモニタ光は、補強キャピラリ 7 内を伝播するから、このモニタ光を受光素子に導けばよい。例えば図 2 - (a) に示されているように、補強キャピラリ 7 の先端反射面 8 において、モニタ光が反射されて、受光素子 9 において受

光される。先端反射面 8 と、モニタ光導波路部 1 1 の光軸との斜交角度は反射されたモニタ光の出力光 6 a が、受光素子 9 において受光されるように設定すればよい。また、この先端反射面を図 2 - (b) に示されているように、外側に向って凸形の曲面に形成し、この反射曲面 8 a において反射されたモニタ光 6 a を受光素子 a において収束してもよい。また、反射先端面に反射率の高い膜体、例えば Au、Pt などからなる反射膜を貼着してもよい。

本発明の素子において、補強キャピラリ中を伝播するモニタ光がその先端面を透過して、（反射することなく）出力され、受光素子に入力されてもよい。

#### 【0014】

本発明の図 2 - (a) 及び (b) に示された素子において、主出力光導波路部の出力端と、モニタ光導波路部の出力端との間隔は、モニタ光導波路部の出力端から出力され、補強キャピラリを伝播するモニタ光 6 と、主出力光導波路部 3 a の出力端から出力された主出力光とが、互に影響を受けない（蹴られない）ように設定することが好ましい。より好ましくは、それぞれの光束中心間隔は、出力側光ファイバの半径以上（シングルモード光ファイバの場合は  $62.5\ \mu\text{m}$  以上）である。

#### 【0015】

図 2 - (a) 又は (b) において、モニタ光導波路部 1 1 の出力端から出力されたモニタ光は、補強キャピラリ 7 中を伝播し、補強キャピラリ 7 の先端面 8 又は先端曲面 8 a により反射され、反射されたモニタ光出力光 6 a は、受光素子 9 により受光される。このとき、補強キャピラリ 7 を伝播するモニタ光の光束は、補強キャピラリ 7 の一部分のみを伝播し、このモニタ光の伝播路は、主出力光導波路部 3 a の出力端から出力された主出力光の伝播路から離間していて、これらが、互いに影響を及ぼすことはない。

#### 【0016】

本発明の素子において、複数の表面導波路部の結合部において、主出力光導波路部とモニタ光出力導波路部の結合には、例えば図 3 (A) ~ (C) に示された方式を用いることができる。図 3 (A) においては、TAP（タップ）カプラー構造 1 2 によりモニタ光導波路部 1 1 が主出力光導波路部 3 a に結合されている

。この場合、信号光の一部がモニタ光として、モニタ光導波路 11 を通って補強キャピラリに出力される。図 2 (B) においては、方向性結合器 13 が結合部に配置され、また図 3 (C) においては、結合部が、クロスカップラ構造 14 に形成されている。図 3 (B) 及び (C) の場合、結合部において発生した放射モード光が、モニタ光としてモニタ光導波路 11 を通って補強キャピラリ中に出力される。

#### 【0017】

図 4 に示されている本発明の素子において、補強キャピラリ 7 は、モニタ光導波路部 11 から入力したモニタ光を伝播し、これを先端面 8 において受光素子 9 に出力し、かつ光ファイバを保持する領域、すなわち有効領域 15a を有していればよく、その他の、モニタ光の伝播及び出力に寄与しない領域 15b は、光ファイバの保持に支障がない限りカットされていてもよい。

#### 【0018】

例えば図 5 に示されているように、補強キャピラリ 7 の光導波路素子に接合している接合部 7a は、円筒形に形成され、この接合部 7a に光ファイバ（図示されていない）を通す透孔 16 が形成されているが、接合部 7a に連続する中間部 7b においては、図 5 において、透孔 16 の中心より左半分がカット除去されていて、この中間部 7b には前記透孔 16 に連続する溝 17 が形成されていて、この溝 17 中に光ファイバを収容保持する。補強キャピラリ 7 の、前記中間部に連続し、先端に反射面 8 を有する先端部 7c においては、モニタ光の伝播路及び反射部が確保する有効部 15a を残して、その他の部分はカット除去されている。

#### 【0019】

前記図 4 及び 5 に示されているように、補強キャピラリの、モニタ光の伝播出力及び光ファイバの保持に寄与しない部分 15b をカット除去することにより、光ファイバと光導波路とが、十分に結合されていないことに起因する漏れ光、及び導波路散乱光の発生などによる不要光の受光を防止することができ、かつモニタ光の消光比を向上させるなどの利点を得ることができる。

#### 【0020】

図 6 (A) 及び (B) に示されている素子においては、光導波路素子の基板 1

上に光導波路 3 a が形成され、その上に  $\text{SiO}_2$  層が形成されるが、光導波路 3 a の入力光導波路部、及び主出力光及びモニタ光導波路部が形成されている基体表面部分 1 a 及び 1 b 上には、 $\text{SiO}_2$  層が形成されていない。すなわち、 $\text{SiO}_2$  層は、光導波路の入力端及び出力端の近傍においては形成されていないということである。このようにすることによって  $\text{SiO}_2$  層内の漏洩光が、補強キャピラリに入力することを防止でき、モニタ光の消光比を向上させるなどの利点を得られる。光導波路の複数個の表面導波路部 2 の上には、 $\text{SiO}_2$  層を介して電極が配置されており、この電極に付荷する電位差により、表面導波路部を伝播する光波強度に所望の変調を施すことができる。

#### 【0021】

#### 【発明の効果】

本発明の出力光モニタ付光導波路型素子は、光導波路の結合部から発生するモニタ光を、主出力光と互に影響を及ぼすことなく、効率よく、かつ、主出力光と同程度の消光比で、受光素子に受光することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【図 1】

従来の出力光モニタ付光導波路型素子の一例の構成を示す平面説明図。

#### 【図 2】

図 2 - (a) 及び図 2 - (b) はそれぞれ本発明の出力光モニタ付光導波路型素子の一例の構成を示す平面図。

#### 【図 3】

図 3 - (A), (B) 及び (C) の各々は、本発明の出力光モニタ付光導波路型素子の複数表面導波路部の結合部において、主出力光導波路部とモニタ光導波路部との結合方式の一例を示す平面説明図。

#### 【図 4】

本発明の出力光モニタ付光導波路型素子用補強キャピラリの一例の先端部の側面説明図。

#### 【図 5】

本発明の出力光モニタ付光導波路型素子用補強キャピラリの形状の一例を示す

斜視説明図。

【図 6】

図 6 (A) は、本発明の出力光モニタ付光導波路型素子の他の一例の平面説明図、図 6 (B) は、図 6 (A) の素子の正面説明図。

【符号の説明】

1…基板

1 a, 1 b…基板の  $\text{SiO}_2$  層により被覆されていない部分

2…表面導波路部

3…結合部

3 a…主出力光導波路部

4…入力側光ファイバ

5…出力側光ファイバ

5 a…光ファイバ用透孔

6…モニタ光

6 a…モニタ光の出力光

7…補強キャピラリ

7 a…接合部

7 b…中間部

7 c…先端部

8…先端面

8 a…外側に向って凸形の先端曲面

9…受光素子

1 1…モニタ光導波路部

1 2…TAPカップラ構造

1 3…方向性結合器

1 4…クロスカップラ構造

1 5 a…補強キャピラリの有効領域

1 5 b…モニタ光の出力に寄与しない領域

1 6…光ファイバ用透孔

特 2 0 0 0 - 3 8 0 6 2 9

1 7 … 光ファイバ用溝

1 8 …  $\text{SiO}_2$  層

1 9 … 電極

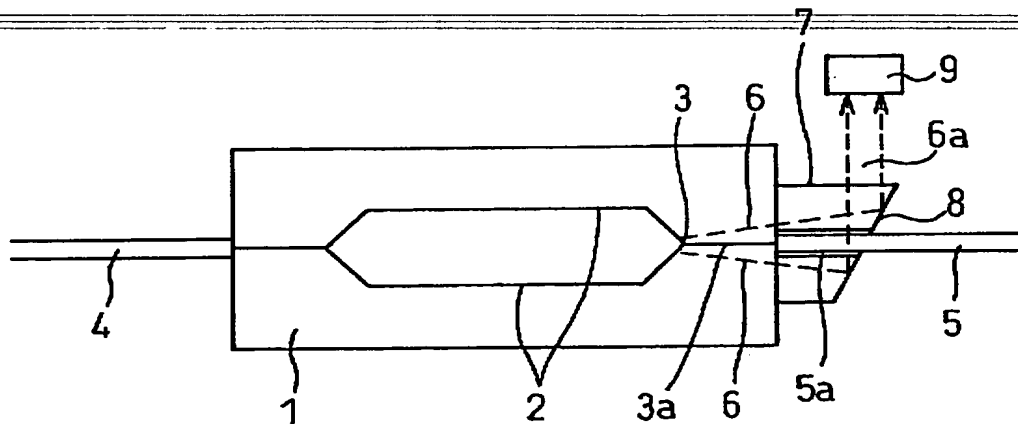
【書類名】

図面

【図 1】

図 1

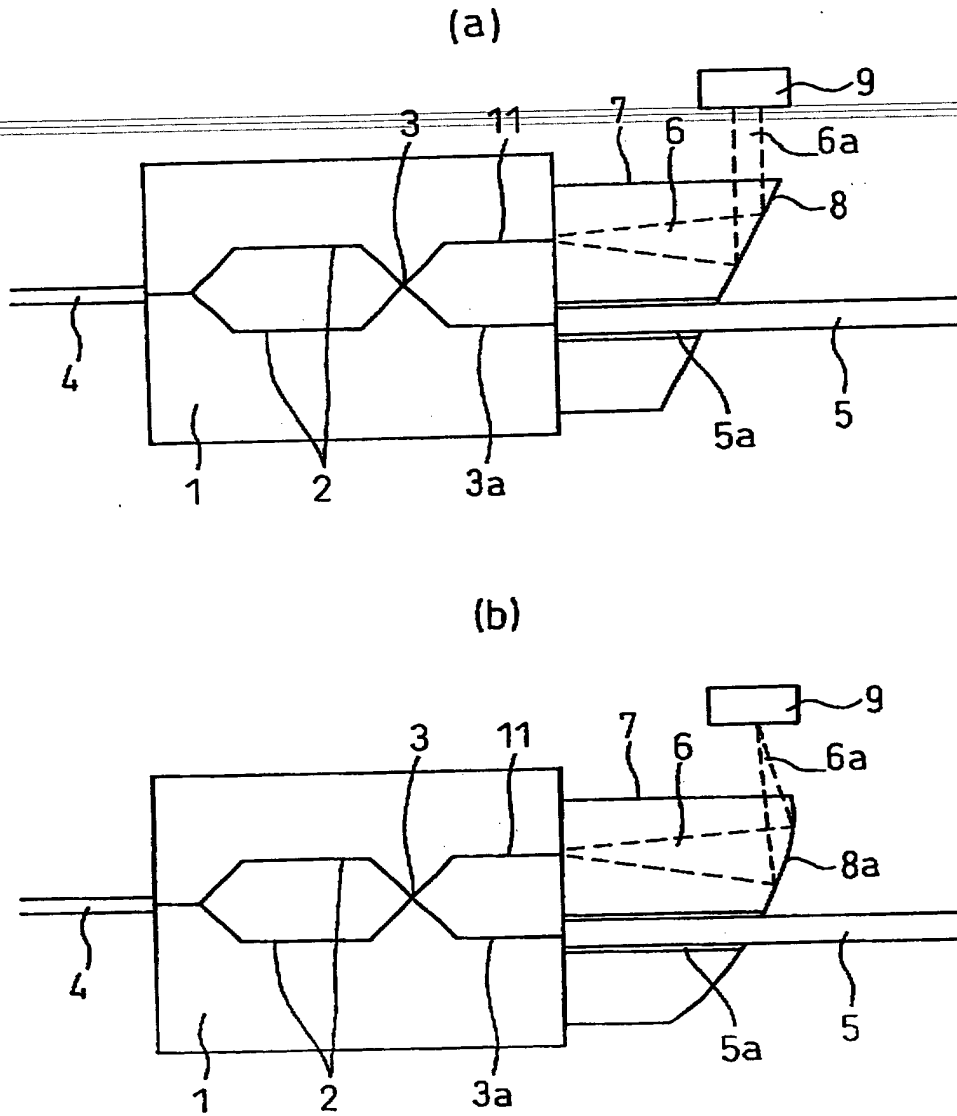
従来技術



- 1…基板
- 2…表面導波路部
- 3…結合部
- 3 a…主出力先導波路部
- 4…入力側光ファイバ
- 5…出力側光ファイバ
- 5 a…光ファイバ用透孔
- 6…モニタ光
- 6 a…モニタ光の出力光
- 7…補強キャピラリ
- 8…先端面
- 9…受光素子

【図2】

図 2

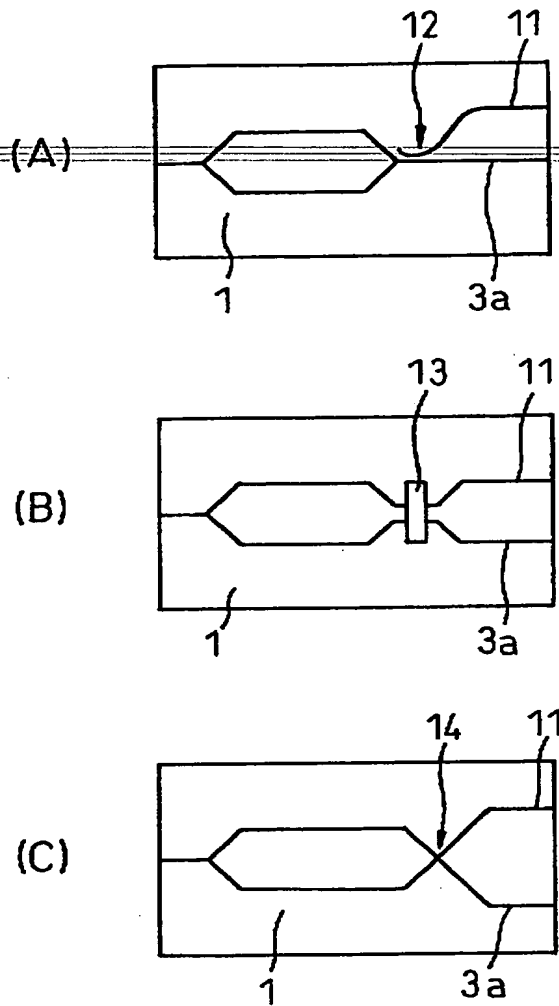


11…モニタ光導波路部  
8a…外側に向って凸形の反射曲面



【図 3】

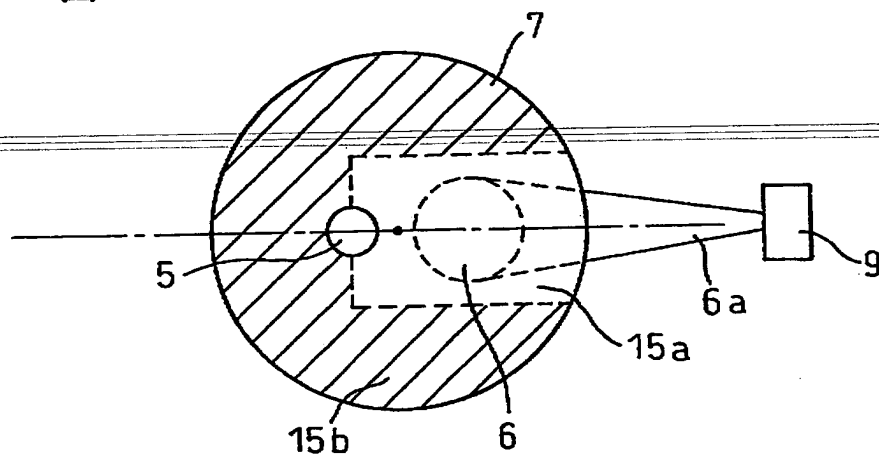
図 3



12…TAPカップラ構造  
13…方向性結合器  
14…クロスカップラ構造

【図4】

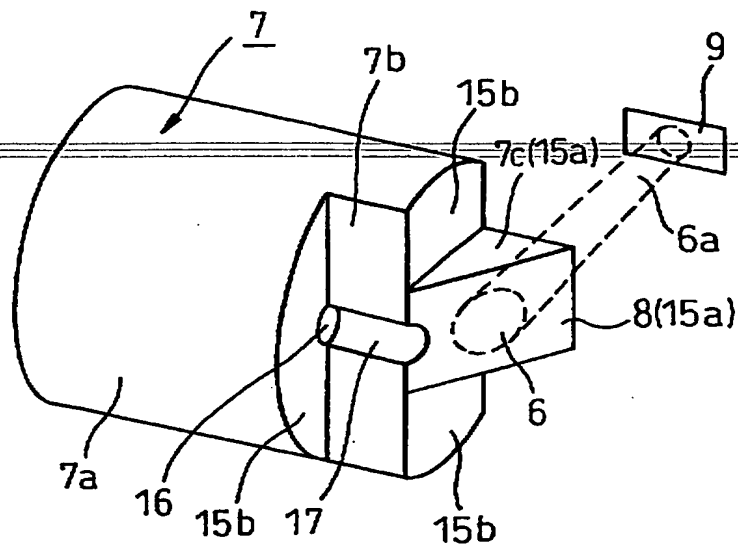
図4



15a…補強キャピラリの有効領域  
15b…モニタ光の出力に寄与しない領域

【図 5】

図 5

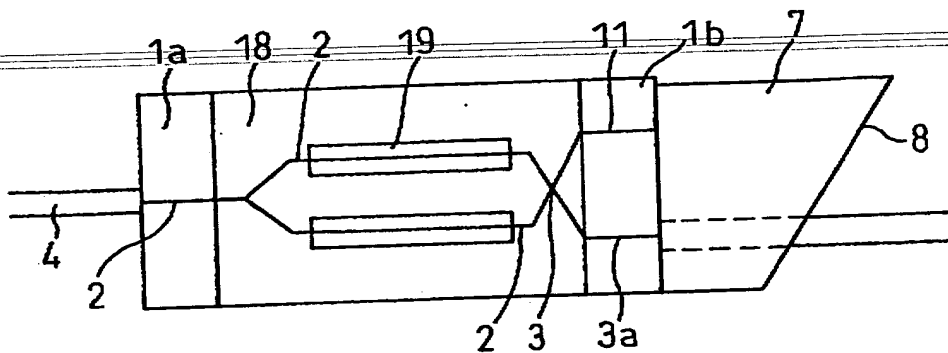


- 7 a…補強キャピラリの接合部
- 7 b…補強キャピラリの中間部
- 7 c…補強キャピラリの先端部（有効部15a）
- 16…光ファイバ用透孔
- 17…光ファイバ用溝

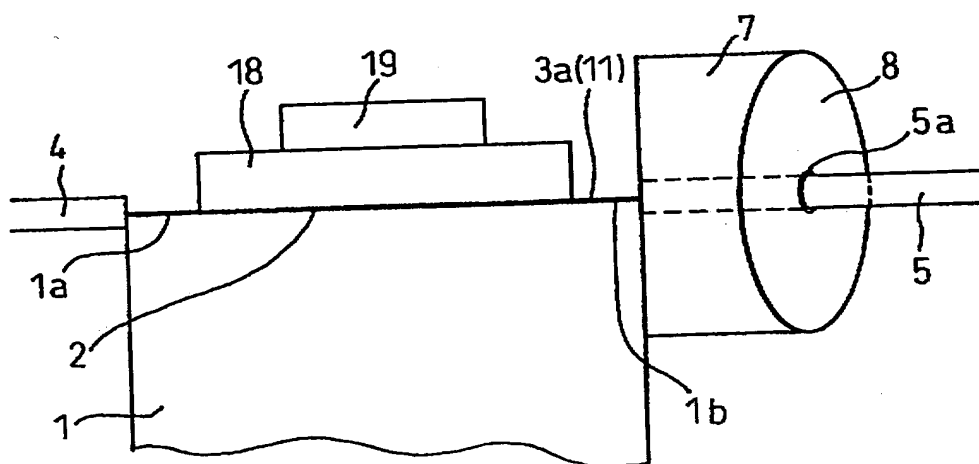
【図6】

図6

(A)



(B)



1 a, 1 b...基板の $\text{SiO}_2$ 層により被覆されていない面  
18... $\text{SiO}_2$ 層  
19...電極

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 寸法形状に関する制約が少なく、信頼性が高くコストが低く、モニタ光消光比が主出力信号光と同程度になる出力光モニタ付光導波路型素子の提供。

【解決手段】 光導波路に主出力導波路部とモニタ光導波路部とを設け、主出力導波路に接続された出力側光ファイバを補強キャピラリの透孔中に保持し、モニタ光導波路部の出力端からモニタ光を補強キャピラリの一部を伝播させ、このモニタ光を受光素子に受光させ、このモニタ光を電気信号に変換して光導波路にフィードバックしてこれを制御し、このとき主出力光用光導波路出力端と、モニタ光用光導波路出力端とを、補強キャピラリ中を伝播するモニタ光が主出力光により影響を受けない間隔に離間させる。

【選択図】 図 2

特2000-380629

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

{000183266}

|          |                  |
|----------|------------------|
| 1. 変更年月日 | 2000年11月 2日      |
| [変更理由]   | 名称変更             |
| 住 所      | 東京都千代田区神田美土代町1番地 |
| 氏 名      | 住友大阪セメント株式会社     |

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**